
ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

**Трансплантация *in vivo* эмбрионов в коневодстве:
исторические данные и современное состояние**

Георгий Петрович Дюльгер¹, Дмитрий Иванович Лазарев²,
Сергей Владимирович Акчурин[✉], Ирина Владимировна Акчурина¹,
Владислав Сергеевич Бычков¹, Дмитрий Валерьевич Свистунов¹

¹Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

²Центр репродукции лошадей ООО «Хартли Хорс Хаус», Московская область, Россия

[✉]Автор, ответственный за переписку: sakchurin@rgau-msha.ru

Аннотация

Статья посвящена обзору биотехнологии производства и трансплантации эмбрионов *in vivo* в коневодстве. Согласно регистру IETS только за последние 5 лет в мировом коневодстве проведено 152815 эмбриотрансферов, подавляющее большинство которых (125017, или 81,81%) выполнено с применением *in vivo* эмбрионов. Для подсадки применяют главным образом свежеполученные зародыши. Доля криотрансфера по сравнению с переносом свежеполученных эмбрионов ничтожно мала (0,48% против 99,52%). Зародыши от кобыл-доноров обычно получают без индукции суперовуляции, непосредственно из полости матки. Оптимальное время для вымывания эмбриона – 7–8-е сутки после овуляции. Катетеризацию шейки матки проводят через влагалище при помощи гибкого двухканального силиконового катетера с надувным баллончиком под контролем пальцев руки в одноразовой гинекологической перчатке. Эффективность вымывания эмбрионов достигает в среднем 50–65%. Рекомендуется синхронизировать половой цикл донора с половым циклом 2–3 реципиентов, чтобы по крайней мере у одной из них овуляция наступила через 1–2 дня после овуляции кобылы-донора. Синхронизацию течки и овуляции можно вызвать с помощью препаратов различных фармакологических групп, обладающих прогестагенной (прогестерон, альтреногест) и/или лютеолитической (нативный простагландин F_{2α} или его высокоактивный синтетический аналог – клопростенол) активностью, в сочетании с препаратами, запускающими овуляцию (деслорелин или ХГЧ). Пересадку зародышей в матку производят трансцервикально маноутеральным и визоутеральным способами. При первом (классическом) способе подсадки эмбриона в матку катетеризация цервикального канала проводится под мануальным контролем, при втором – с использованием двухстворчатого влагалищного зеркала с фиксацией нижней губы влагалищной части шейки матки гинекологическими щипцами Уилшера. Эффективность маноутерального (классического) способа при эмбриотрансфере свежеполученными эмбрионами достигает 65,5–77,8%, по методу Уилшера – 90,9–93,4%.

Ключевые слова

Коневодство, лошади, вспомогательные репродуктивные технологии, *in vivo*, *in vitro*, эмбриотрансплантация

Для цитирования

Дюльгер Г.П., Лазарев Д.И., Акчурин С.В., Акчурина И.В. и др. Трансплантация *in vivo* эмбрионов в коневодстве: исторические данные и современное состояние // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2025. № 6. С. 160–173.

***In vivo* embryo transfer in horse breeding:
historical data and current status**

**Georgy P. Dylger¹, Dmitry I. Lazarev², Sergey V. Akchurin¹,
Irina V. Akchurina¹, Vladislav S. Bychkov¹, Dmitriy V. Svistounov¹**

¹Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia
²Center of Reproduction of Horses, Hartley Horse House, OOO,
Moscow Region, Russia

✉ Corresponding author: sakchurin@rgau-msha.ru

Abstract

This article provides a review of the biotechnology concerning *in vivo* embryo production and transfer in the equine industry. According to the IETS registry, a total of 152,815 embryo transfers have been performed globally in horse breeding over the past five years alone, with the vast majority (125,017, or 81.81%) utilizing *in vivo* embryos. Primarily, freshly recovered embryos are used for transfer. The proportion of cryopreserved embryo transfers remains negligible compared to fresh embryo transfers (0.48% vs. 99.52%). Embryos are typically recovered from donor mares without superovulation induction, directly from the uterine lumen. The optimal time for embryo flushing is 7–8 days post-ovulation. Cervical catheterization is performed transcervically, via the vagina, using a flexible double-lumen silicone catheter equipped with an inflatable cuff, under digital guidance (with a gloved hand). The average embryo recovery rate typically ranges from 50–65%. It is recommended to synchronize the donor's estrous cycle with those of 2–3 recipients, ensuring that at least one recipient ovulates 1–2 days after the donor mare. Estrus and ovulation synchronization can be induced using compounds from various pharmacological groups that possess progestagenic (e.g., progesterone, altrenogest) and/or luteolytic (e.g., native prostaglandin F_{2α} or its highly active synthetic analog – cloprostenol) activity, often in combination with ovulation-inducing agents (e.g., deslorelin or hCG). Embryo transfer into the uterus is performed transcervically, using either the manual-uterine or visual-uterine technique. In the first (classical) technique of uterine embryo transfer, cervical canal catheterization is guided by manual control. The second technique involves using a Polansky speculum, with the ventral lip of the vaginal cervix stabilized by Wilshir cervical forceps. The efficiency of the manual-uterine (classical) technique for fresh embryo transfer achieves pregnancy rates of 65.5–77.8%, whereas the Wilshir technique yields 90.9–93.4%.

Keywords

Horse breeding, assisted reproductive technology, *in vivo*, *in vitro*, embryo transfers

For citation

Dylger G.P., Lazarev D.I., Akchurin S.V., Akchurina I.V. et al. *In vivo* embryo transfer in horse breeding: historical data and current status. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2025. No. 6. P. 160–173.

Введение

Introduction

Трансплантация эмбрионов – это репродуктивная технология, при которой зародыши, полученные от самки-донора или выращенные в лабораторных условиях (с применением процедуры экстракорпорального оплодотворения, ИКСИ),

переносят в половые пути самки-реципиента для их дальнейшего вынашивания и рождения в срок зрелого плода [1, 2].

Наибольшее практическое применение эмбриотрансфер получил в скотоводстве. Только в 2023 г. в мировом скотоводстве проведено более 1,6 млн эмбриотрансферов [25]. Трансплантация *in vivo* (и в меньшей степени – *in vitro*) эмбрионов достаточно активно практикуется также в коневодстве. По объему производства эмбрионов и количеству эмбриопереносов, выполненных в 2023 г., коневодство занимает третье место после скотоводства и овцеводства соответственно [25].

Цель исследований: на основании анализа публикаций в базах данных оценить практические возможности современной технологии производства и пересадки *in vivo* эмбрионов в коневодстве.

Методика исследований

Research method

Источниками научной информации для подготовки данного обзора послужили базы данных PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) и eLibrary.ru (<https://www.elibrary.ru/>). Рассматривались русскоязычные и англоязычные версии статей за последние 10 лет. Поиск проводился по ключевым словам, относящимся к разведению лошадей и вспомогательным репродуктивным технологиям, включая перенос эмбрионов (в PubMed – horse breeding, horses, assisted reproductive technology, *in vivo* and *in vitro* embryo transfers; в eLibrary.ru – «вспомогательные репродуктивные технологии», «пересадка нативных и витральных эмбрионов в коневодстве»). Кроме того, учитывались публикации, содержащие информацию о биотехнологиях получения эмбрионов от кобыл-доноров и имеющие полный текст в eLibrary.ru. Статьи включались в обзор при условии наличия информации о технологиях получения и переноса эмбрионов у лошадей и доступности полнотекстовой версии. Исключению подлежали публикации, не соответствующие теме исследований или недоступные для детального анализа по причине отсутствия полного текста.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Первая успешная трансплантация 5–7-дневных нативных эмбрионов пони, полученных и пересаженных нехирургическим способом реципиентам, была выполнена в Японии в 1974 г. [15]. Первое сообщение о рождении жеребят с применением хирургического и нехирургического способов подсадки свежеполученных 1–6- и 6–8-дневных эмбрионов в маточные трубы и полость матки кобыл-реципиентов соответственно сделано в Великобритании в 1975 г. [4], а от пересадки замороженно-оттаянного зародыша – в Японии 31 мая 1982 г. [28].

В России первые успешные пересадки эмбрионов кобылам-реципиентам были выполнены в лаборатории физиологии размножения ВНИИ коневодства [3]: в 1982 г. родился жеребенок – трансплантант от пересадки свежего эмбриона (С.Г. Лебедев), в 1989 г. – после эмбриотрансфера культивированного в авторской МСЖ-среде (24 ч) зародыша (С.Г. Лебедев, Л.Ф. Лебедева), а в 2012 г. появились на свет первые жеребята от пересадки двух криоконсервированных (методом витрификации) эмбрионов (Л.Ф. Лебедева).

Коммерческое применение метода в коневодстве началось в 1980-е гг. прошлого столетия [6]. В настоящее время трансплантация эмбрионов достаточно широко практикуется в коневодстве во многих странах мира. При этом большинство

коннозаводческих ассоциаций разрешают регистрацию (вносить в реестр породы) неограниченное количество жеребят, рожденных путем эмбриотрансфера в течение года от одной кобылы-донора [9].

Статистика трансплантаций *in vivo* и *in vitro* эмбрионов в коневодстве в период с 2019 по 2023 гг. по данным регистра Международного общества эмбриональных технологий (The International Embryo Technology Society, или сокращенно IETS) приведена в таблице.

Как следует из материалов таблицы 1, трансплантация эмбрионов является достаточно распространенной в коневодстве технологией. Только за последние 5 лет (в период с 2019 до 2023 гг.), по данным IETS, в коневодстве выполнено свыше 152 тыс. эмбриотрансфера. При этом *in vivo* технология эмбриотрансфера продолжает оставаться более распространенной и востребованной, чем *in vitro* (81,81% переносов против 18,19%). Для пересадки применяют главным образом свежеполученные зародыши. Доля криотрансфера при переносе *in vivo* эмбрионов достигает всего 0,48%, *in vitro* эмбрионов она значительно выше и составляет 47,78%.

Лидерами по производству и пересадке преимплантационных эмбрионов, зачатых после ручной случки и/или искусственного осеменения и/или выращенных в лабораторных условиях в пробирке с помощью процедуры ЭКО/ИКСИ, в Южной Америке являются Бразилия, в Северной – США, в Европе – Франция и Италия [25].

В России практический интерес к трансплантации эмбрионов в коневодстве пока имеет ограниченный диапазон. В период с 2009 по 2023 гг. в России с использованием данного метода получали от 1 до 10 жеребят в год [12]. По данным регистра IETS за 2024 г., в РФ за отчетный период в коневодстве выполнено 15 подсадок *in vivo* эмбрионов, из которых одна – с использованием замороженно-оттаянного эмбриона [25].

Таблица
**Статистика трансплантации *in vivo* и *in vitro* эмбрионов в коневодстве
по данным регистра IETS за 2019–2023 гг. [21–25]**

Table
**Statistics of *in vivo* and *in vitro* embryo transfer in horse breeding based
on IETS registry data for 2019–2023 [21–25]**

Год	Проведено эмбриотрансферов		
	эмбрионами <i>in vivo</i>	эмбрионами <i>in vitro</i>	Всего
2019	23546	3564	27110
2020	26241	3857	30098
2021	26205	6078	32283
2022	23019	5977	28996
2023	26006	8322	30740
Итого	125017	27798	152815

Процедура получения и трансплантации эмбрионов, полученных естественным путем, включает в себя ряд последовательных этапов: отбор подходящих кобыл-доноров и реципиентов; осеменение доноров в рамках естественного или стимулированного полового цикла; извлечение эмбрионов у доноров; оценка качества, культивирование и консервация полученных зародышей; синхронизация половых циклов реципиентов и доноров, а также перенос эмбрионов реципиентам [1, 2].

При выборе кобыл-доноров эмбрионов учитывается их племенная ценность. В эту категорию входят молодые кобылы с хорошей родословной, спортивные кобылы, демонстрирующие высокие результаты, и кобылы старшего возраста, обладающие ценностями племенными качествами несмотря на бесплодие [2].

Получение эмбрионов от кобыл-доноров чаще всего происходит без применения методик, стимулирующих множественную овуляцию. Это связано с тем, что современные схемы индукции суперовуляции в коневодстве пока не отличаются высокой эффективностью и стабильностью результатов [2].

Для осеменения кобыл-доноров с целью получения зародышей применяют, как правило, двукратную искусственную инсеминацию в течение естественного полового цикла, сочетая ее с гормональной стимуляцией овуляции. Рекомендуемая концентрация сперматозоидов в используемой спермодозе составляет 250–300 млн активных спермиев [2, 6].

Время осеменения кобыл-доноров в охоте устанавливают по результатам УЗИ-мониторинга за ростом доминантных фолликулов и их овуляцией. Первую инсеминацию проводят, когда размер доминантного фолликула составляет 35–40 мм (рис. 1). Преовуляторный фолликул в зависимости от ракурса сканирования определяется как анэхогенное образование округлой или округло-вытянутой в сторону овуляционной ямки формы. Одновременно с инсеминацией кобыле инъецируют овуляторную дозу деслорелина (20 мкг в/м) или хорионического гонадотропина (2000–3000 МЕ в/в) для индукции овуляции в прогнозируемый период. Через 24, 30 и 36 ч после первого осеменения и гормональной стимуляции овуляции проводится трансректальное ультразвуковое сканирование яичников кобыл. При визуализации прямых признаков овуляции кобыл осеменяют повторно через 24, 30 или 36 ч соответственно, при ее отсутствии – осеменение проводится через 36 ч с последующим обязательным сканированием яичников через 12 ч.

Преовуляторные фолликулы у лошадей непосредственно перед овуляцией достигают в среднем 49,8...51,0 мм [14].

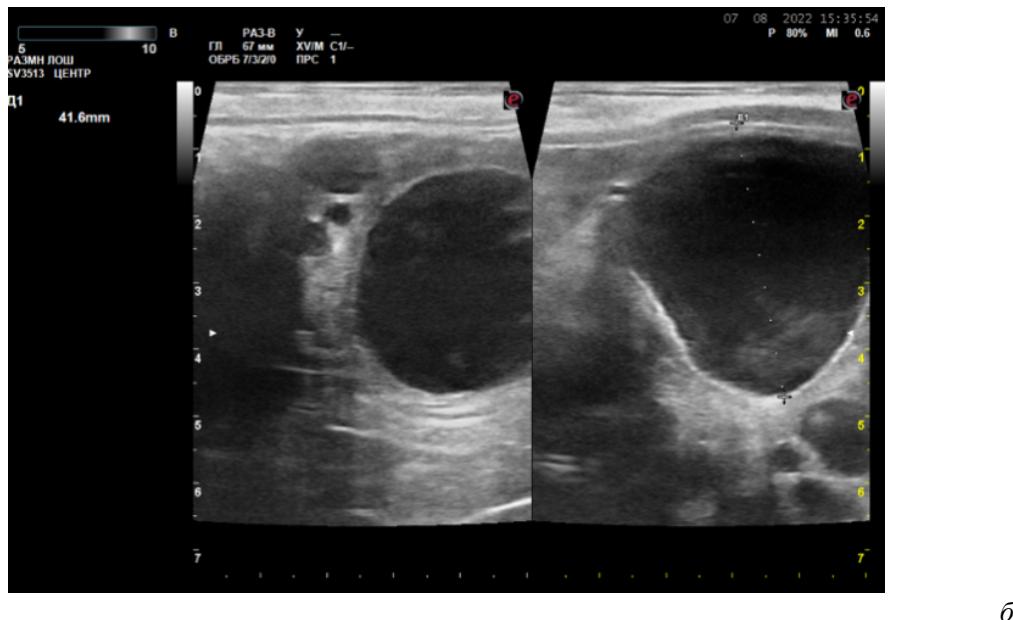
При использовании одной дозы спермы хорошие результаты получают при осеменении кобыл в первые часы после овуляции, диагностированной при скрининговом исследовании яичников каждые 6 или 8 ч через 20 более ч и после введения овуляторной дозы гонадорелина или ХГЧ [13].

При системном ультразвуковом мониторинге овуляции с двухкратным искусственным осеменением кобылы-донора свежей спермой достигается более высокая степень оплодотворяемости, чем при использовании замороженно-оттаянной спермы.

Получение эмбрионов от кобыл-доноров. Эмбрионы получают при помощи трансцервикального катетера из полости тела матки.

Миграция эмбрионов в рог матки происходит в период с 5,5 по 6-е сутки после овуляции. В это время зародыши находятся на стадии моруллы, или ранней бластоцисты, и имеют средний диаметр около 0,2 мм [1, 2]. Для сравнения: размер неоплодотворенной яйцеклетки составляет около 0,15 мм. С 7 по 9-е сутки гестации наблюдается значительный рост эмбрионов – от 0,4 до 2,2 мм [20]. Вымывание эмбрионов оптимально проводить на 7 или 8-е сутки [9]. Позднее вымывание, на 9-е сутки, не рекомендуется ввиду большого размера бластоцисты, что повышает вероятность повреждения и снижает шансы на успешную пересадку [2].

Кобылу фиксируют в станке. Хвост бинтуют и отводят в сторону. При помощи бинта или тесемки его привязывают к станку. Прямую кишку освобождают от содержимого, чтобы провести УЗИ яичников и определить наличие и локализацию желтых тел (рис. 2). Затем проводят туалет и антисептическую обработку наружных половых органов.



a

б

Рис. 1. Эхограммы доминантного яичника кобылы в охоте в предовуляторный период с преовуляторным фолликулом округлой (а) или округло-вытянутой в сторону овуляционной ямки формы (б) размером более 40 мм

Figure 1. Ultrasonographic images of the dominant ovary in a mare during estrus in the pre-ovulatory phase with preovulatory follicle with a diameter greater than 40 mm, appearing either round (a) or round-elongated shape towards the ovulation fossa (b)

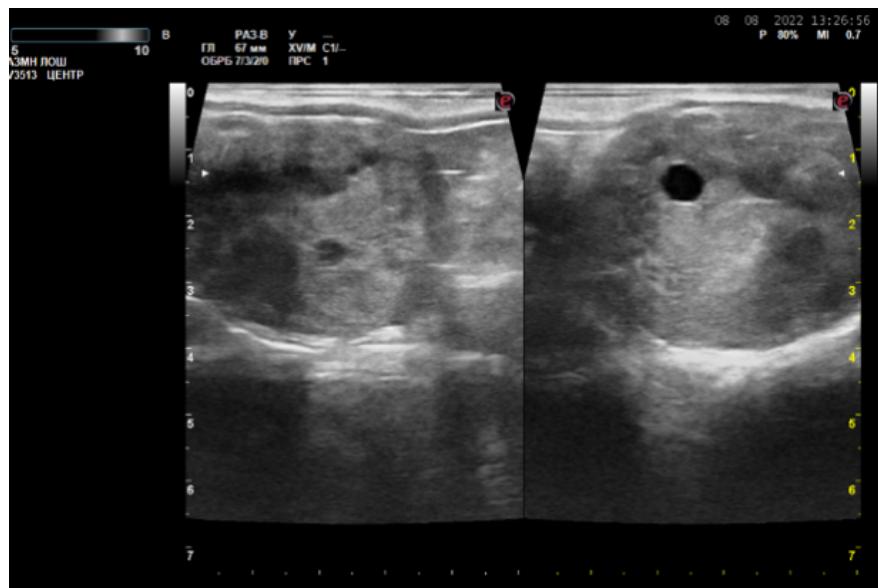


Рис. 2. Эхограммы доминантного яичника кобылы с желтым телом в стадию диэструса

Figure 2. Ultrasonographic images of the dominant ovary in a mare with a corpus luteum during the diestrus phase

Большинству кобыл-доноров для безопасного и эффективного проведения процедуры вымывания эмбрионов из полости матки не требуется применение седативных препаратов и/или проведение эпидуральной анестезии (10%-ным раствором новокaina или лидокаина). Седативные средства (ксилазин или детомидина гидрохлорид, но не ацетопромазин) применяют только строптивым животным либо легко возбудимым молодым кобылам, не прирученным к станку и/или акушерско-гинекологическим манипуляциям [13].

Вымывание эмбрионов выполняют с соблюдением норм ветеринарно-санитарного контроля и техники безопасности. Для вымывания эмбрионов обычно применяют раствор Дюльбекко, дополненный 1%-ной инактивированной фетальной бычьей сывороткой. Для кратковременного хранения эмбрионов используют среду Ham's F10, которую предварительно насыщают газовой смесью (90% азота, 5% кислорода и 5% углекислого газа) в течение 3–5 мин, а затем обогащают, добавляя 10%-ную инактивированную фетальную бычью сыворотку или сыворотку новорожденного теленка, а также антибиотики: пенициллин (1000 ЕД/мл) и стрептомицин (100 мкг/мл) [1, 2].

Катетеризацию шейки матки проводят через влагалище при помощи гибкого двухканального силиконового катетера с надувным баллончиком (диаметром 8 мм и длиной от 0,8 м до 1,35…1,5 м) под контролем пальцев руки в одноразовой гинекологической перчатке. После введения катетера в полость матки (рис. 3) в его баллончик нагнетают 30–60 мл воздуха. Далее полость матки (тела и рогов) обрабатывают серией промываний, используя 1 л специальной среды, повторно – 3–6 раз, собирая промывочную жидкость в емкость объемом немного более 1 л. Эффективность удаления промывочной жидкости из тела и рогов матки контролируют методом пальпации через прямую кишку. Важно, чтобы объем остаточной жидкости после каждого промывания не превышал 10% от объема введенной жидкости [1, 2].

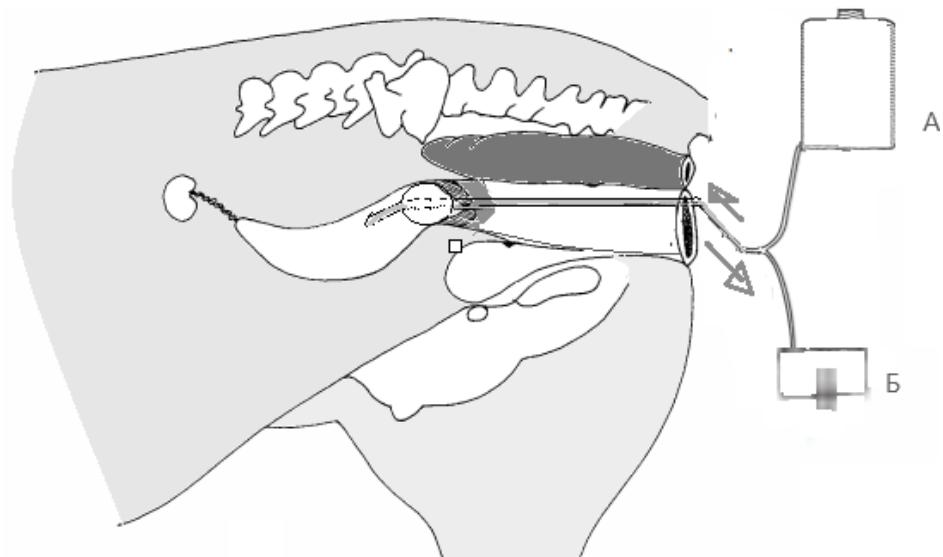


Рис. 3. Местоположение баллонообразного расширения гибкого силиконового катетера при извлечении эмбрионов:
А – емкость с раствором Дюльбекко; Б – эмбриосборник (фильтр)

Figure 3. Location of the balloon-like dilation of a flexible silicone catheter during embryo recovery:
A – container with Dulbecco's solution; B – embryo collection filter unit

Промывочная жидкость сливаются в емкость или пропускается через эмбриональный фильтр. Нефильтрованную промывную жидкость после сбора выдерживают в течение 20–30 мин для осаждения эмбрионов. Затем аккуратно удаляют верхнюю часть жидкости (850–900 мл), а оставшийся нижний слой жидкости порциями переносят в чашки Петри для дальнейшего макро- и микроскопического анализа с использованием бинокулярной лупы (увеличение – 10–15 крат). Обнаруженные зародыши подвергают морфологической оценке. Зародыши, демонстрирующие признаки дегенерации, аномалии развития или другие отклонения, отбраковывают. Эмбрионы, признанные пригодными для пересадки, аккуратно извлекают при помощи шприца (1 мл) и катетера и переносят в стерильную чашку Петри со средой для трансплантации. Для очистки эмбрионы отмывают в течение 1–2 мин и переносят в другую чашку Петри, где они хранятся до момента трансплантации [2].

При использовании эмбрионального фильтра поиск эмбрионов проводят непосредственно в стеклянном эмбриосборнике с разлинованным дном.

Основными критериями оценки качества эмбрионов являются их морфологические характеристики и жизнеспособность.

Для оценки морфологических особенностей эмбрионов используют инвертированный микроскоп с увеличением от 50 до 100 крат. Эмбрионы, обладающие высокой биологической ценностью, имеют следующие характеристики: правильную шаровидную форму, равномерную и светлую цитоплазму, неповрежденную прозрачную оболочку, одинаковые по размеру бластомеры и хорошо выраженные межклеточные соединения.

После оценки жизнеспособности эмбрионы дважды промывают в растворе фосфатного буфера Дюльбекко с добавлением антибиотиков. Затем эмбрионы помещают в небольшую чашку Петри, содержащую среду для культивирования, либо вместе с небольшим количеством среды засасывают в пайетту. Для пересадки эмбрионы, полученные непосредственно перед процедурой, используют в течение 0–4 ч после извлечения из половых путей донора, но не позднее 14 ч [9, 13].

Эффективность вымывания эмбрионов достигает в среднем 50–65% [11–13, 19] и зависит от широкого круга факторов и, в частности, от состояния репродуктивного здоровья (фертильности) кобыл-доноров, их возраста, качества донорской спермы, сроков и техники вымывания эмбрионов.

При необходимости транспортировки зародышей на большие расстояния их замораживают. Относительно хорошо процедуру замораживания и оттаивания переносят 6-дневные зародыши лошадей размером менее 300 мкм.

В качестве реципиентов для эмбрионов отбирают кобыл, отвечающих ряду требований. Они должны быть здоровыми, фертильными, в возрасте от 3 до 12 лет (максимум 15 лет), с хорошо развитой молочной железой. Важным является отсутствие патологий родового канала и осложнений в период беременности, родов или в послеродовом периоде. Кроме того, необходимо, чтобы кобылы демонстрировали стабильные и полноценные половые циклы в период половой активности [2].

На одного донора в идеале подбирают 2–3 и более реципиентов. Синхронность проявления половой охоты и овуляции между кобылой-донором и реципиентами обеспечивают при помощи препаратов различных фармакологических групп, обладающих прогестагенной (прогестерон, альтреногест) и/или лютеолитической (нативный прогестагландин Ф-2 альфа или его высокоактивный синтетический аналог – клопростенол) активностью в сочетании препаратаами-триггерами овуляции (десморелин или ХГч).

Пересадка зародыша. Пересадку зародышей в матку производят трансцервально маноутеральным и визуутеральным способами. При первом способе подсадки эмбрионов в матку катетеризация цервикального канала проводится под мануальным

контролем, при втором – с использованием двухстворчатого влагалищного зеркала с фиксацией нижней губы влагалищной части шейки матки гинекологическими щипцами Уилшера.

Маноутеральный, или классический, способ эмбриотрансфера. Кобылу фиксируют в станке. Хвост забинтовывают и отводят в сторону. При сильном беспокойстве самкам-реципиентам проводится седация и/или эпидуральная анестезия. Половые органы обмывают теплым раствором 1%-ного натрия бикарбоната и дезинфицируют [2].

Руку, одетую в полистироловую перчатку, вместе с катетером со свежеполученным или замороженно-оттаянным эмбрионом, заключенным в специальную пластиковую соломинку объемом 0,5 мл, вводят во влагалище. Металлический катетер выдвигают из защитной гигиенической оболочки и под контролем указательного пальца направляют в наружную часть цервикального канала. Затем руку извлекают из влагалища и вводят в прямую, опорожненную от каловых масс кишку. После мануальной ориентации в тазовой полости, удерживая пальцами руки шейку матки, катетеризуют цервикальный канал. Цервикс проходят, манипулируя катетером и оттягивая шейку матки вперед и назад. Эмбрион вводят путем нажатия на стilet металлического катетера, удостоверившись, что его кончик находится в теле матки на глубине 8...15 см. Катетер извлекают из половых органов, а соломинку исследуют под бинокулярной лупой, чтобы убедиться, что зародыш перенесен в полость матки.

Трансцервикальный метод переноса эмбриона в полость тела матки может быть реализован с использованием длинной одноканальной пипетки из полистирола, соединенной со шприцем. В канал пипетки последовательно набирают с помощью шприца: 1 мл антисептического раствора (10 000 ЕД пенициллина и 10 000 мкг стрептомицина); 0,25 мл воздуха; 0,5 мл культуральной среды (без эмбриона); еще 0,25 мл воздуха; 0,5 мл культуральной среды, содержащей эмбрион, отобранный для пересадки; 0,25 мл воздуха; 0,5 мл культуральной среды (без эмбриона); 0,25 мл воздуха; 0,5 мл культуральной среды. Описанная последовательность необходима для защиты эмбриона в процессе переноса и для точной локализации места его введения [1, 2]. Эффективность эмбриотрансфера свежеполученными эмбрионами достигает 65,5–77,8% [7–10, 12, 13, 16, 17, 26]. При подсадке эмбрионов отличного и хорошего качества эмбриональная смертность составляет всего 7,1–17,0% [7, 10, 12, 16, 17], удовлетворительного или плохого качества – 46,2 и 79,0% соответственно [17].

Недостатки метода заключаются в том, что он является трудоемким, сложным в техническом исполнении, поэтому необходимы специальная подготовка и постоянная практика.

Визуотеральный способ эмбриотрансфера разработан в Великобритании 2004 г. и подробно описан в работе S. Wilsher, W.R. Allen [27]. Для трансцервикального введения эмбриона в полость тела матки применяют двухстворчатое влагалищное зеркало Полански с винтовым фиксатором и подсветкой, инструмент для трансплантации (металлический катетер с гнездом для соломинки и стiletом-толкателем для ее опорожнения) и гинекологические щипцы Уилшера для захватывания, тракции и контракции шейки матки.

Техника подсадки эмбриона в полость матки по методу Уилшера достаточно проста. Кобылу ставят в специальный станок. Корень хвоста кобылы следует забинтовать, чтобы жесткие волосы хвоста не попали во влагалище. Процедуру рекомендуется проводить под седацией (ацетопромазин в дозе 10 мг в/в). После опорожнения прямой кишки от каловых масс проводится тщательная антисептическая обработка наружных гениталий с финальным удалением антисептика одноразовой стерильной салфеткой.

Остуженное после автоклавирования и увлажненное теплым стерильным изотоническим раствором хлорида натрия влагалищное зеркало в закрытом состоянии осторожно вводится через половую щель до свода влагалища. После обнажения краиниальной части вагины на нижнюю губу шейки матки накладывают гинекологические щипцы Уилшера. Полистироловую пипетку или металлический катетер с эмбрионом, заключенным в пластиковую соломинку, выдвигают из защитной гигиенической оболочки и направляют в наружное отверстие цервикального канала. Осторожно манипулируя шейкой матки при помощи гинекологических щипцов, катетер с эмбрионом продвигают через цервикальный канал в тело матки. Эмбрион вводят путем нажатия на стилет катетера. Катетер вместе с гинекологическими щипцами и влагалищным зеркалом извлекают, и соломинку исследуют под бинокулярной лупой, чтобы убедиться в том, что зародыш перенесен в полость матки [2].

Метод прошел клиническую апробацию и доказал свою высокую эффективность [5, 8, 9, 18]. По данным ученых из Уtrechtского университета [8], эффективность метода по частоте наступления беременности при переносе свежеполученных эмбрионов достигает 92,3%, по частоте наступления родов – 83,2%.

Выводы

Conclusions

Приведенные выше данные позволяют сделать вывод о том, что в сфере эмбриотрансфера *in vivo*-технология производства и пересадки эмбрионов является наиболее востребованной, доступной и служит важным биотехнологическим методом сохранения и приумножения генетических ресурсов в коневодстве. Для пересадки применяют главным образом свежеполученные зародыши. Доля криоэмбриотрансфера при переносе *in vivo* эмбрионов кобылам-реципиентам достигает всего 0,48%.

Список источников

1. Дюльгер Г.П. *Физиология и биотехника размножения животных. Курс лекций*: Учебное пособие. Изд. 3-е. Санкт-Петербург: Лань, 2023. 256 с. EDN: ABGQQY
2. Дюльгер Г.П., Храмцов В.В., Кертиева Н.М. *Физиология и биотехника размножения лошадей*: Учебное пособие. Москва: Гэотар-Медиа, 2012. 120 с.
3. Лебедева Л.Ф. Эмбриотехнологии в современной системе воспроизводства лошадей // Коневодство и конный спорт. 2020. № 6. С. 19–22. <https://doi.org/10.25727/HS.2020.6.62727>
4. Allen W., Rowson L. Surgical and non-surgical egg transfer in horses. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*. 1975;23:525–530.
5. Card C. Non-surgical embryo transfer technique and recipient mare pregnancy rate. *Vet. Rec.* 2018;183(10):320-322. <http://doi.org/10.1136/vr. k3700>
6. Carlos Gardón J.C., Satué K. History of Horses and the Biotechnologies Applied to Its Reproduction. *Intechopen*. 2023. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1001925>
7. Carnevale E.M., Ramirez R.J., Squires E.L. et al. Factors Affecting Pregnancy Rate and Early Embryonic Death after Equine Embryo Transfer. *Theriogenology*. 2000;54:965-979. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00405-2](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00405-2)
8. Cuervo-Arango J., Claes A.N., Stout T. Effect of embryo transfer technique on the likelihood of pregnancy in the mare: a comparison of conventional and Wilshér's forceps-assisted transfer. *Vet. Rec.* 2018;183(10):323. <http://doi.org/10.1136/vr. 104808>
9. Dordas-Perpinya M., François Bruyas J. Practical aspects of equine embryo transfer. *Translational Research in Vet. Sci.* 2019;2(1):23-39. <https://doi.org/10.12775/TRVS.2019.002>

10. Fanelli D., Tesi M., Ingallinesi M. et al. Recipients' Pregnancy Rate Was Affected by Season but Not by the Temperature-Humidity Index (THI) in an Equine Commercial ET Programme in Southern Europe. *Reprod. Dom. Anim.* 2022;57:343-348. <https://doi.org/10.1111/rda.14070>
11. Ferreira-Silva J.C., Sales F.A.B.M., Nascimento P.S. et al. Evaluation of embryo collection and transfer days on the pregnancy rate of Mangalarga Marchador mares during the breeding season. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 2019;32(3):214-220. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v32n3a06>
12. Kalashnikov V., Solodova E., Lebedeva L. Current state of horse embryo transfer technology in Russia and factors influencing its effectiveness. *BIO Web of Conferences.* 2024;121:01004. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202412101004>
13. McCue P.M., Squires E.L. *Equine Embryo Transfer.* Florence, Oregon, USA: Teton New Media, 2015:168
14. Melia J., Amrozi A., Supriatna I., Agil M. Determination of ovulation time in gayo mares based on images of preovulatory follicle growth. *J. Kedokteran Hewan.* 2023;17(2):80-83. <https://doi.org/10.21157/j.ked.hewan.v17i2.26766>
15. Oguri N., Tsutsumi Y. Non-surgical egg transfer in mares. *J. Reprod.* 1974;41:313-320. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0410313>
16. Okada C.T.C., Segabinazzi L.G., Crespilho A.M. et al. Effect of the flunixin meglumine on pregnancy rates in an equine embryo transfer program. *J. Equine Vet. Sci.* 2018;62:40-43. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.10.023>
17. Panzani D., Vannozzi I., Marmorini P. et al. Factors Affecting Recipients' Pregnancy, Pregnancy Loss, and Foaling Rates in a Commercial Equine Embryo Transfer Program. *J. Equine Vet. Sci.* 2016;37:17-23. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.10.011>
18. Ramírez H., Cuervo-Arango J., Losinno L. Embryo transfer technique affects pregnancy rates in recipient mares. *J. Equine Vet. Sci.* 2023;125:104672. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2023.104672>
19. Sala-Ayala L., Martínez-Boví R., Querol-Paajanen A., Cuervo-Arango J. The effect of uterine massage and number of embryo flushing attempts on embryo recovery in mares. *Theriogenology.* 2024;224:94-101. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.05.017>
20. Vanderwall D.K. Early embryonic development and evaluation of equine embryo viability. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 1996;12(1):61-83. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30295-x](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30295-x)
21. Viana J. 2019 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter.* 2020;38(4):7-26.
22. Viana J.H.M. 2021 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter.* 2022;40(4):22-40.
23. Viana J.H.M. 2020 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter.* 2021;39(4):24-38.
24. Viana J.H.M. 2022 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter.* 2023;41(4):20-38.
25. Viana J.H.M. 2023 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter.* 2024;42(4):1-15.
26. Wala N., Serres C., Foss R. et al. Effect of duration of embryo holding on recipient mares' pregnancy rate. *J. Equine Vet. Sci.* 2018;66:215. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.05.102>
27. Wilsher S., Allen W.R. An improved method for nonsurgical embryo transfer in the mare. *Equine Veter. Educ.* 2004;16(1):39-44. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2004.tb00265.x>
28. Yamamoto Y., Oguri N., Tsutsumi Y., Hachinohe Y. Experiments in the freezing and storage of equine embryos. *J. Reprod. Fertil.* 1982;32:399-403.

References

1. Dyulger G.P. *Physiology and biotechnics of animal reproduction: A course of lectures*: a textbook. 3rd ed. Saint Petersburg, Russia: Publishing House Lan, 2023:256. (In Russ.)
2. Dyulger G.P., Khramtsov V.V., Kertieva N.M. *Physiology and biotechnics of horse breeding*: a textbook. Moscow, Russia: GEOTAR-Media, 2012:120. (In Russ.)
3. Lebedeva L.F. Embryotechnologies in current system of equine reproduction. *Konevodstvo i konniy sport*. 2020;(6):19-22. (In Russ.) <https://doi.org/10.25727/HS.2020.6.62727>
4. Allen W., Rowson L. Surgical and non-surgical egg transfer in horses. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*. 1975;23:525-530.
5. Card C. Non-surgical embryo transfer technique and recipient mare pregnancy rate. *Vet. Rec.* 2018;183(10):320-322. <http://doi.org/10.1136/vr. k3700>
6. Carlos Gardón J.C., Satué K. History of Horses and the Biotechnologies Applied to Its Reproduction. *Intechopen*. 2023. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1001925>
7. Carnevale E.M., Ramirez R.J., Squires E.L. et al. Factors Affecting Pregnancy Rate and Early Embryonic Death after Equine Embryo Transfer. *Theriogenology*. 2000;54:965-979. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00405-2](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00405-2)
8. Cuervo-Arango J., Claes A.N., Stout T. Effect of embryo transfer technique on the likelihood of pregnancy in the mare: a comparison of conventional and Wilsher's forceps-assisted transfer. *Vet. Rec.* 2018;183(10):323. <http://doi.org/10.1136/vr.104808>
9. Dordas-Perpinya M., François Bruyas J. Practical aspects of equine embryo transfer. *Translational Research in Vet. Sci.* 2019;2(1):23-39. <https://doi.org/10.12775/TRVS.2019.002>
10. Fanelli D., Tesi M., Ingallinesi M. et al. Recipients' Pregnancy Rate Was Affected by Season but Not by the Temperature-Humidity Index (THI) in an Equine Commercial ET Programme in Southern Europe. *Reprod. Dom. Anim.* 2022;57:343-348. <https://doi.org/10.1111/rda.14070>
11. Ferreira-Silva J.C., Sales F.A.B.M., Nascimento P.S. et al. Evaluation of embryo collection and transfer days on the pregnancy rate of Mangalarga Marchador mares during the breeding season. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 2019;32(3):214-220. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v32n3a06>
12. Kalashnikov V., Solodova E., Lebedeva L. Current state of horse embryo transfer technology in Russia and factors influencing its effectiveness. *BIO Web of Conferences*. 2024;121:01004. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202412101004>
13. McCue P.M., Squires E.L. *Equine Embryo Transfer*. Florence, Oregon, USA: Teton New Media, 2015:168.
14. Melia J., Amrozi A., Supriatna I., Agil M. Determination of ovulation time in gayo mares based on images of preovulatory follicle growth. *J. Kedokteran Hewan*. 2023;17(2):80-83. <https://doi.org/10.21157/j.ked.hewan.v17i2.26766>
15. Oguri N., Tsutsumi Y. Non-surgical egg transfer in mares. *J. Reprod.* 1974;41:313-320. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0410313>
16. Okada C.T.C., Segabinazzi L.G., Crespilho A.M. et al. Effect of the flunixin meglumine on pregnancy rates in an equine embryo transfer program. *J. Equine Vet. Sci.* 2018;62:40-43. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.10.023>
17. Panzani D., Vannozzi I., Marmorini P. et al. Factors Affecting Recipients' Pregnancy, Pregnancy Loss, and Foaling Rates in a Commercial Equine Embryo Transfer Program. *J. Equine Vet. Sci.* 2016;37:17-23. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.10.011>
18. Ramírez H., Cuervo-Arango J., Losinno L. Embryo transfer technique affects pregnancy rates in recipient mares. *J. Equine Vet. Sci.* 2023;125:104672. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2023.104672>

19. Sala-Ayala L., Martínez-Boví R., Querol-Paajanen A., Cuervo-Arango J. The effect of uterine massage and number of embryo flushing attempts on embryo recovery in mares. *Theriogenology*. 2024;224:94-101. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.05.017>
20. Vanderwall D.K. Early embryonic development and evaluation of equine embryo viability. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 1996;12(1):61-83. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30295-x](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30295-x)
21. Viana J. 2019 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter*. 2020;38(4):7-26.
22. Viana J.H.M. 2021 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter*. 2022;40(4):22-40.
23. Viana J.H.M. 2020 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter*. 2021;39(4):24-38.
24. Viana J.H.M. 2022 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter*. 2023;41(4):20-38.
25. Viana J.H.M. 2023 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter*. 2024;42(4):1-15.
26. Wala N., Serres C., Foss R. et al. Effect of duration of embryo holding on recipient mares' pregnancy rate. *J. Equine Vet. Sci.* 2018;66:215. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.05.102>
27. Wilsher S., Allen W.R. An improved method for nonsurgical embryo transfer in the mare. *Equine Veter. Educ.* 2004;16(1):39-44. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2004.tb00265.x>
28. Yamamoto Y., Oguri N., Tsutsumi Y., Hachinohe Y. Experiments in the freezing and storage of equine embryos. *J. Reprod. Fertil.* 1982;32:399-403.

Сведения об авторах

Георгий Петрович Дюльгер, д-р ветеринар. наук, доцент, профессор кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: dulger@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2501-1235>

Дмитрий Иванович Лазарев, канд. с.-х. наук, научный сотрудник, руководитель Центра репродукции лошадей ООО «Хартли Хорс Хаус»; 143700, Российская Федерация, Московская область, г.о. Шаховская, д. Старики; e-mail: dl@equinereproduction.ru

Сергей Владимирович Акчурин, д-р ветеринар. наук, доцент, профессор кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: sakchurin@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6822-0013>

Ирина Владимировна Акчурина, канд. ветеринар. наук, доцент, доцент кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: akchurinaiv@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1975-2929>

Владислав Сергеевич Бычков, канд. ветеринар. наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: e-mail: vlad91bd@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1548-9999>

Дмитрий Валерьевич Свистунов, канд. ветеринар. наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: dimitriisvist@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-4277-9709>

Information about the authors

Georgy P. Dulger, DSc (Vet), Associate Professor, Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: dulger@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2501-1235>

Dmitry I. Lazarev, CSc (Ag), Research Associate, Head of the Center of Reproduction of Horses “Hartley Horse House”, OOO; Starikovo village, Shakovskaya District, Moscow Region, 143700, Russian Federation; e-mail: dl@equinereproduction.ru

Sergey V. Akchurin, DSc (Vet), Associate Professor, Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: sakchurin@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6822-0013>

Irina V. Akchurina, CSc (Vet), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: akchurinaiv@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1975-2929>

Vladislav S. Bychkov, CSc (Vet), Associate Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: vlad91bd@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1548-9999>

Dmitriy V. Svistounov, CSc (Vet), Assistant at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: dimitriisvist@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-4277-9709>